

TROCAS GASOSAS E EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA DE PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia stricta*) CULTIVADAS EM TELADO SOB IRRIGAÇÃO

GAS EXCHANGES AND EFFICIENCY IN THE USE OF WATER OF CACTUS PEAR (*Opuntia stricta*) CULTIVATED IN GREENHOUSE UNDER IRRIGATION

Alves, FAL¹; Santos, DC²; Silva, SMS²; Oliveira, MAB²; Silva, FL²

¹Instituto Agronômico de Pernambuco, Estação Experimental de Caruaru, Povoado de Malhada de Pedra, s/n, zona rural, 55.100-000, Caruaru, Pernambuco, Brasil. abel.alves@ipa.br

²Instituto Agronômico de Pernambuco, Estação Experimental de Arcoverde, BR-232, km 253, zona rural, 56.500-000, Arcoverde, Pernambuco, Brasil. djalma.cordeiro@ipa.br; servulo.siqueira@ipa.br; marciano.arcanjo@hotmail.com; flavio.linos@hotmail.com

RESUMO: A palma forrageira é uma espécie muito adaptada a região semiárida do Brasil. Existem poucos trabalhos sobre trocas gasosas nessas plantas. Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar as trocas gasosas e eficiência no uso da água da variedade de palma forrageira (*O. stricta*), Orelha de elefante Mexicana, cultivada em condições de telado sob irrigação na região semiárida. As plantas foram cultivadas em telado sob condições reduzidas de luminosidade (50%), e irrigadas a cada sete dias, com 1/3 da evapotranspiração total semanal. Foram determinados a taxa de fotossíntese líquida (P_n), taxa de transpiração (E), condutância estomática (C), e eficiência no uso da água (EUA), de plantas com dois anos de idade. As medições foram feitas, em todos os cladódios, as 6:00, 12:00, 18:00 e 00:00 horas, com o auxílio do aparelho *Ultra-Light CI-340®*, da CIDBio-Science. A P_n varia de $-0,33 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12:00 h) a $8,08 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (00:00 h). A E de $0,04 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (6:00 h) a $0,15 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12:00 h). A C de $0,00 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (ausência de luz) a $6,80 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12:00 h). A EUA de $-0,01 (\text{mmol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1})^{-1}$ (12:00 h) a $0,07 (\text{mmol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1})^{-1}$ (00:00 h). As plantas realizaram a abertura estomática e as trocas gasosas, diuturnamente. A perda de H_2O é mais evidente durante o dia. A assimilação de CO_2 predomina a noite. A palma forrageira (*O. stricta*) é uma planta CAM facultativa, dependendo das condições ambientais a qual a planta está exposta, abrindo seus estômatos diuturnamente para realizar suas trocas gasosas.

PALAVRAS-CHAVE: Estresses abióticos; Fotossíntese, Metabolismo Ácido das Crassuláceas-CAM;

INTRODUÇÃO: A palma forrageira (*Opuntia stricta*) é uma espécie de planta muito cultivada na região semiárida de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Bahia e Ceará, utilizada principalmente, como forragem na alimentação dos animais na época seca. Essas regiões são caracterizadas por apresentarem elevadas temperaturas diurnas, e em alguns locais baixa temperatura noturna, alta radiação solar, baixa umidade do ar, baixa precipitação pluviométrica, com chuvas descontínuas, infrequentes, imprevisíveis, aleatórias, que se concentram em poucos meses do ano. Os solos em sua grande maioria são rasos, com baixa capacidade de armazenamento de água. Nessas regiões a disponibilidade de água é, portanto, um fator limitante ao crescimento e desenvolvimento das plantas e seres vivos em geral (ALVES, 2015). Por serem da



família das Cactáceas e possuem o metabolismo fotossintético Ácido das Crassuláceas-CAM, a palma forrageira abre seus estômatos a noite e fixam o CO₂ atmosférico e respiratório em oxalacetato, usando o fosfoenolpiruvato, depois transforma-o em malato, que será utilizado durante o dia, na incorporação do CO₂ em esqueletos de carbono (TAIZ et al., 2017). Além disso, a palma fecha seus estômatos durante o dia, quando a temperatura é mais elevada, evitando a perda de água. Essa característica é uma adaptação muito importante para a sobrevivência dessas plantas em ambientes áridos e semiáridos, fazendo assim, um eficiente uso da água. Na literatura a maioria dos trabalhos sobre trocas gasosa e fotossíntese em palma forrageira são descritos na espécie *O. ficus indica*, não tendo nada publicado na espécie *O. stricta*, principalmente, na variedade cultivada no Brasil. Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar as trocas gasosas e eficiência no uso da água da variedade de palma forrageira (*O. stricta*), Orelha de elefante Mexicana, cultivada em condições de telado sob irrigação na região semiárida.

METODOLOGIA: O estudo foi conduzido na estação experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizado em Arcoverde, Pernambuco, Brasil. A palma forrageira (*O. stricta*), variedade Orelha de Elefante Mexicana (IPA-200016), foi cultivada no espaçamento, 1,00 m entre filas e 0,50 m entre plantas, sob condições de telado, com tela de redução da luminosidade de 50%. As plantas foram irrigadas a cada 7 (sete) dias, com 1/3 da evapotranspiração total semanal (QUEIROZ et al., 2016). Na implantação do ensaio e a cada um ano, as plantas foram adubadas com 20 t.ha⁻¹ de esterco bovino, aplicados ao solo, entre as fileiras. A determinação da variação diária na temperatura do ar ambiente, dos cladódios, radiação fotossintética ativa, taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração, condutância estomática e eficiência no uso da água, dos cladódios de palma forrageira, com dois anos de idade, foram feitas as 6:00, 12:00, 18:00 e 00:00 horas. O aparelho utilizado para a determinação desses parâmetros foi o Sistema de Fotossíntese portátil *Ultra-Light* CI-340®, da CIDBio-Science. O estudo foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. A análise dos dados foi realizada determinando-se as médias e desvios padrão, através do programa Excel da Microsoft Office® 2010.

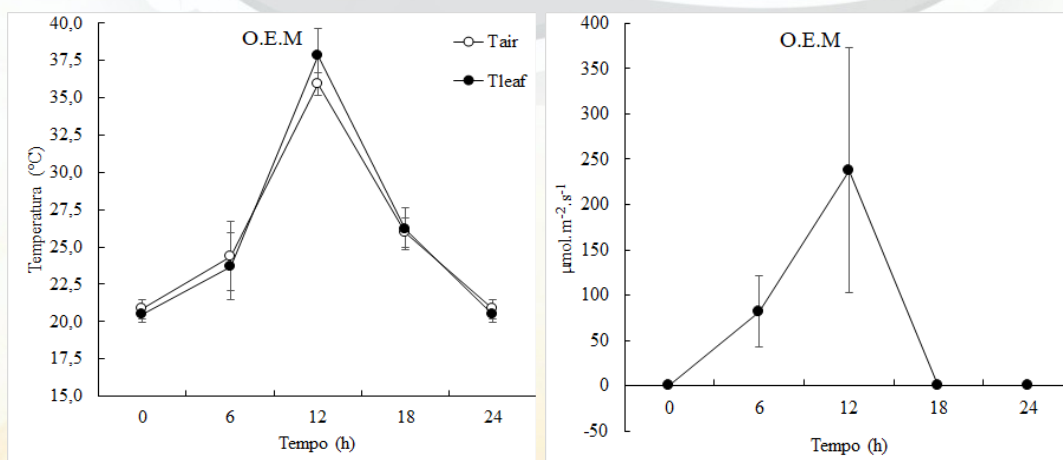


Figura 1. Temperatura do ar ambiente e dos cladódios (A), e radiação fotossintética ativa (B), das condições de cultivo da palma forrageira (*Opuntia stricta*), no município de Arcoverde, Pernambuco, Brasil.



RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 2 mostra a variação diária na taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração, condutância estomática e eficiência no uso da água, de cladódios de palma forrageira (*O. stricta*), variedade Orelha de Elefante Mexicana (IPA-200016), cultivadas sob condições de telado e irrigação, no município de Arcoverde, Pernambuco, Brasil. A taxa fotossintética líquida varia de $-0,33 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12:00 h) a $8,08 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (00:00 h). A taxa de transpiração de $0,04 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (6:00 h) a $0,15 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12:00 h). A condutância estomática de $0,00 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (ausência de luz) a $6,80 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12:00 h). A eficiência no uso da água $-0,01$ ($\text{mmol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) ($\text{mmol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) $^{-1}$ (12:00 h) a $0,07$ ($\text{mmol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) ($\text{mmol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) $^{-1}$ (00:00 h). A variação no perfil diário em todos os parâmetros analisados na palma forrageira é esperada, tendo em vista que no metabolismo fotossintético CAM, as plantas abrem seus estômatos a noite para a fixação do CO_2 e fecham eles durante o dia, evitando a perda de água, pela transpiração (TAIZ et al., 2017). Além disso, a alta variabilidade encontrada nos parâmetros avaliados, observada pelo alto desvio padrão, é devido a arquitetura da planta, onde os cladódios são dispostos em todas as direções, para a captação de luz e equilíbrio da planta. E muitas vezes, um cladódio está sombreando outro, dependendo da posição do sol durante a hora do dia, alterando as taxas fotossintéticas individuais de cada cladódio. Como as plantas foram cultivadas em casa de vegetação, em uma condição reduzida de radiação fotossintética ativa (Figura 1B), e foram bem hidratadas durante todo o período, irrigadas a cada sete dias, com 1/3 da evapotranspiração semanal. As plantas apresentaram um metabolismo CAM facultativo, onde durante o dia as plantas realizam a abertura estomática para fazerem suas trocas gasosas, e conseqüentemente perdem água pela transpiração (Figuras 2A, 2B e 2C). A abertura estomática durante o dia, principalmente ao meio-dia (Figura 2B e 2C), onde a temperatura do ar é mais elevada (Figura 1A), serve para reduzir a temperatura da folha, pela transpiração, e provavelmente aumentará a fotorrespiração e a perda de CO_2 para a atmosfera externa (Figura 2A e 2D). Mesmo apresentando uma pequena assimilação de CO_2 durante o dia, a maior taxa de fixação de CO_2 e eficiência no uso da água acontece a noite (Figura 2D). Ademais, a perda de água durante a noite é notória, uma vez que os estômatos estão abertos (Figura 2B). Os fatores genéticos e ambientais modulam a expressão de genes nas plantas CAM. Embora, muitas espécies sejam CAM-obrigatórias, outras apresentam fotossíntese C3 e CAM simultaneamente, dependendo das condições ambientais (TAIZ et al., 2017). As plantas (*Mesembryanthemum crystallinum*), *Agave* spp., *Clusia* spp. e *Opuntia* spp. utilizam o metabolismo CAM quando a água é escassa, mas fazem uma transição gradual para C3 quando a água se torna abundante (TAIZ et al., 2017; WINTER et al., 2011). Assim, estudos adicionais estão sendo conduzido para determinar essa transição de CAM-obrigatória para C3-CAM, dependendo da umidade do cladódio e do teor de água no solo.



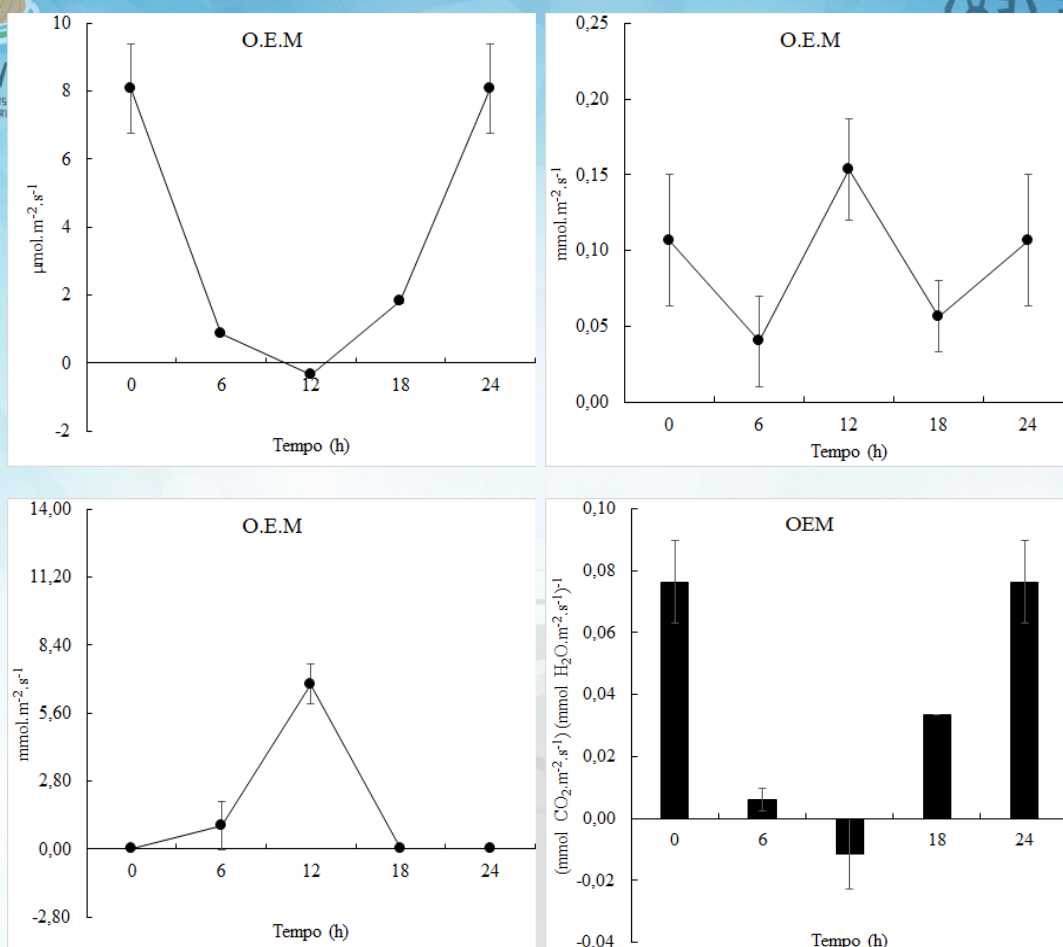


Figura 2. Taxa de fotossíntese líquida (A), taxa de transpiração (B), condutância estomática (C) e eficiência no uso da água (D), de cladódios de palma forrageira (*Opuntia stricta*), variedade Orelha de Elefante Mexicana (IPA-200016), cultivadas sob condições de telado e irrigação, no município de Arcoverde, Pernambuco, Brasil

CONCLUSÕES: A palma forrageira (*O. stricta*) é uma planta CAM facultativa, dependendo das condições ambientais a qual a planta está exposta, abrindo seus estômatos diuturnamente (dia e noite) para realizar suas trocas gasosas.

AGRADECIMENTOS: IPA, CNPq e FACEPE

REFERÊNCIAS

ALVES, F.A.L. **Variabilidade genética, morfológica e fitoquímica de genótipos de *Opuntia* e *Nopalea***. 200 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

QUEIROZ, M.G.; SILVA, T.G.F.; ZOLNIER, S.; SIQUEIRA E SILVA, S.M.; SOUZA, C.A.A.; CARVALHO, H.F.S. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente semiárido. **IRRIGA – Brazilian Journal of Irrigation and Drainage**, v.1, n.1, p.141-154, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.





contato@sinprovs.com.br
WWW.SINPROVS.COM.BR
(83) 3322-3222

WINTER, K.; GARCIA, M.; HOLTUM, J. A. M. Drought-stress-induced up-regulation of CAM in seedlings of a tropical cactus, *Opuntia elatior*, operating predominantly in the C3 mode. **Journal of Experimental Botany**, v.62, n.11, p.4037-4042, 2011.

